نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۹۵-۱۸۵

Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, P. 185-195

مقاله پژوهشی

سطوح نسبی مقاومت به بلایت باکتریایی در تعدادی از ارقام و ژنوتیپ‌های انتخابی گردو

رقیه محمدی[۱]- منصوره کشاورزی[۲*]- نادر حسن زاده[۳]- داراب حسنی[٤]- آفاق فرهادنژاد[۵]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۱۲/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۳/۰۴

چکیده

کاشت ارقام مقاوم یکی از مهم‌ترین راهکارهای کنترل بیماری بلایت باکتریایی گردو با عامل *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* است. در این تحقیق، سطوح نسبی مقاومت به بلایت باکتریایی در برگ و میوه نارس برخی ارقام تجاری و ژنوتیپ‌های انتخابی گردو در دو سال تکرار بررسی شد. ارقام و ژنوتیپ‌های مورد بررسی شامل KZ3، 2-88، 1-88، G3، SHK2، C25، H2-1، H1-7، H1-1 و رقم Shinova بوده و ارقام تجاری Serr، Hartley و Chandler به‌عنوان شاهد به‌کار برده شدند. برای ارزیابی مقاومت میوه نارس، علاوه بر مواد فوق، ارقام و ژنوتیپ‌های Vina، Round de montignac (RDM)، Lara، G4، G5، B10، K15، H1-8 و H2-12 نیز گنجانده شدند. از میان مواد گیاهی ارزیابی شده، چهار ژنوتیپ داخلی KZ3، 2-88، 1-88 و G3 در سال ۱۳۹۸معرفی شدند. مخلوط جدایه‌های باکتری عامل با منشا قزوین، کرج، زنجان و ارومیه در تهیه مایه تلقیح به‌کار برده شد. ارزیابی مقاومت برگ در شرایط گلخانه و با اسپری نهال‌های پیوندی انجام شد و بررسی مقاومت میوه نارس در شرایط آزمایشگاهی و با مایه‌زنی میوه‌های ۴۵ روزه صورت گرفت. بر اساس نتایج، شدت بلایت برگ و میوه نارس در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در هر دو سال ارزیابی متفاوت بود. نتایج تجزیه مرکب داده‌ها نشان داد که ژنوتیپ‌های G3 (الوند) و 2-88 (پرشین) حساس‌ترین و رقم Hartley مقاوم‌ترین برگ و ژنوتیپ‌های H1-1 و SHK2 به‌ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین میوه نارس را داشتند. میانگین شدت بلایت برگ و میوه نارس در سال‌های اول و دوم تفاوت معنی‌داری نداشت. بر اساس مقایسه ارقام صورت گرفته در این تحقیق، ارقام داخلی تازه معرفی شده پرشین، کاسپین، الوند و چالدران از نظر مقاومت نسبی برگ به‌ترتیب حساس، نسبتاً مقاوم، حساس و نسبتاً حساس و از نظر مقاومت نسبی میوه نارس به‌ترتیب مقاوم، مقاوم، نسبتاً مقاوم و حساس بودند. ارتباط آماری بین شدت بلایت برگ و میوه نارس دیده نشد.

واژه‌های کلیدی: حساسیت، رقم، گردو، *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*

مقدمه

گردو، متعلق به خانواده Juglandaceae و جنس *Juglans*، یکی از مهم‌ترین محصولات خشکباری در سراسر جهان است. این گیاه در ایران در ۲۶ استان کشت می‌شود و بیش‌ترین سطح زیر کشت آن متعلق به استان‌های کرمان، کرمانشاه، همدان، چهارمحال بختیاری، سیستان و بلوچستان و خوزستان بوده و به‌صورت خودرو در جنگل‌های شمال و غرب کشور نیز یافت می‌شود. از نظر سطح جهانی زیر کشت گردو، چین با دارا بودن ۳۹۰ هزار هکتار در مقام اول و ایالات متحده و ایران به‌ترتیب با احراز ۶۱۳ هزار هکتار و ۴۱۰ هزار هکتار در مقام‌های دوم و سوم قرار دارند (۴). تولید جهانی گردو در سال ۲۰۱۸، ۴/۵ میلیون تن براورد شده است و کشورهای چین، ایالات متحده و ایران به‌ترتیب با تولید ۲/۵ میلیون تن، ۵۹۲ هزار تن و ۳۲۱ هزار تن، در مقام‌های اول تا سوم جهانی قرار گرفته‌اند.

بیماری بلایت باکتریایی با عامل *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* از مهم‌ترین بیماری‌های گردو در سراسر جهان است. تنها میزبان شناخته شده این بیماری جنس جوگلانس است و به کلیه

۱ و ۳- دانشجوی سابق کارشناسی ارشد و استاد، گروه گیاه‌پزشکی، دانشکده کشاورزی و صنایع غذایی، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران
۲ و ۴- دانشیاران، پژوهشکده میوه‌های معتدله و سردسیری، موسسه تحقیقات باغبانی، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، کرج
(*- نویسنده مسئول: Email: kmansureh@gmail.com)
۵- کارشناس دفتر امور فناوری، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، تهران

DOI: 10.22067/jpp.2021.68825.1012

گونه‌های این جنس شـامل گردوی ایرانی (*J. regia*)، گردوی سـیاه (*J. nigra*)، گردوی آمریکایی (*J. californica*)، گردوی ژاپنی (*J. ailantifolia*)، گردوی سـیاه کالیفرنیا (*J. hindsii*) و گردوی روغنی (*J. cinerea*) حملـه می‌کنـد (۳۶). در ایران، اولین گزارش بیمـاری بلایت باکتریایی گردو مربوط به سـال ۱۳۲۶ توسـط اسـفندیاری از مناطق آمل، بابل و رشـت اسـت. در سال ۱۳۵۶، باکتری عامل آن از باغات قزوین جداسـازی و شـناسایی شد (۳). پس از آن شیوع بیماری بلایـت بـاکتریـایی گردو در اسـتـان‌هـای همـدان، تهران، مرکزی، آذربایجان شرقی، اردبیل، گیلان، مازندران، گلستان، لرستان، زنجان و ایلام گزارش شـد (۵، ۳۰، ۱۴، ۲۷ و ۲۱) و در اسـتان‌های آذربایجان غربی، کرمانشـاه و کردسـتان نیز شـایع اسـت (۱۷). از منظر خسارت اقتصادی، محققین معتقدند که میزان خسارت بیماری بلایت باکتریایی بیش از مجموع خسـارات سـایر بیماری‌های گردو اسـت (۲۹). این بیماری خسـارت‌زاترین بیماری گردو در ایالات متحده اسـت که قادر اسـت ۱۰۰ درصد محصول را نابود کند (۳۶) خسارت میوه در نیوزیلند تا ۶۰ درصد است و گاهی حتی یک میوه سالم باقی نمی‌گذارد (۲۲).

کلیـه بافت‌های سـبز و تازه اعم از شـاخه، برگ و میوه به این بیماری حسـاس هسـتند. در برگ، لکه‌های آبسـوخته قهوه‌ای-سـیاه محاط با هاله زردرنگ، بدشکلی و ریزش ایجاد می‌شود. شدت خسارت به گل ماده و میوه، به زمان آلودگی بستگی دارد، آلودگی زودهنگام در ابتدای بهار، موجب ریزش گل ماده و میوه نارس و آلودگی‌های دیرتر، موجب ایجاد لکه‌های سیاه در پوست سبز میوه و چروکیدگی، سیاهی، پوکی، لزجی و غیر قابل مصـرف شـدن مغز می‌شـود. این بیماری در شاخه‌های سبز یک‌ساله زخم‌های نکروزه سیاه ایجاد می‌کند اما چوب سـال قبـل مقاوم اسـت. مقاومت گردو به بیماری بلایت به عوامل متعددی از جمله عوامل ژنتیکی، محیطی (مانند باد، شـدت اشعه ماورا بنفش، شـدت نور، دمـا، رطوبـت و عملیـات زراعی) و بـاکتریـایی (مکانیسم‌های تهاجمی و درجه سازگاری به زندگی اپی‌فیتی/اندوفیتی) مرتبط اسـت. از جملـه عوامل ژنتیکی دخیل در مقاومت می‌توان به خصوصیات آناتومیک و فیزیولوژیک برگ و شاخه مانند آناتومی برگ، فراوانی و تراوشات منافذ سطحی و محتوای پلی فنلی بافت سبز اشاره نمود (۲۴، ۱۰ و ۴۹). منـافـذ سـطحی گیـاه (اسـتومـاتـا، هیداتود، تریکوم‌های غده‌ای، نکتریا، عدسـک‌های ریشـه و تنه) و اسـکارهای برگ، مجـاری نفوذی این بـاکتری در مرحلـه تبـدیل فاز اپی‌فیتی به اندوفیتی (و شروع بیماری) هستند (۲۲). در برخی باکتری‌های بیماریزا، سـلول‌های محافظ استوماتا باکتری را تشخیص داده و بسته می‌شوند. در مقابل، باکتری نیز موادی ترشح می‌کند تا مانع بسته شدن استوماتا و یـا موجـب بـاز شـدن آن شـود. مثلاً باکتری *Pseudomonas syringae* با ترشـح سـم coronatine، اسـتوماتا را باز کرده و نفوذ می‌کند (۳۵). لذا احتمال دارد مشابه این سم توسط *X. a. juglandis* نیز تولید می‌شـود که نیازمند بررسـی اسـت. همچنین نوع و میزان تراوشـات هیداتودها و تریکوم‌های غده‌ای، محتوای پلی‌فنلی و انواع خاصـی از فنل‌ها نیز در مقاومت نقش دارند. ارقام دیربرگده مقاومت بیشـتری دارند. این نوع مقاومت ضـرورتاً منشـا ژنتیک ندارد و بیشتر به‌دلیل فرار از اوج فعالیت‌های باکتریایی در ابتدای بهار است، به‌عنوان مثال، رقم Meylannaise دیربرگده اما بسیار حساس است (۴۶).

کنترل بیمـاری بلایـت بـاکتریایی گردو مبتنی بر عملیات تلفیقی شـامل سم‌پاشی، اقدامات زراعی-بهداشتی و کاشت ارقام مقاوم است. نتایج تحقیقات صـورت گرفته به‌خصـوص درکشورهای اروپایی نشان دهنده وجود تفاوت در سطوح مقاومت به این بیماری در بین گونه‌های مختلف جنس جوگلانس و ارقـام مختلف گردوی خوراکی (ایرانی، *J. regia*) اسـت (۲، ۷ و ۸). بررسی‌ها نشان می‌دهند که مقاومت نسبی ارقـام گردوی فرانسـه، ایتالیا، یونان، ایالات متحده، ژاپن، اروگوئه و چین متفـاوت اسـت و ارقـام در گروه‌های مختلف مقاومتی رده‌بندی می‌شـوند (۴۳، ۲۳ و ۲۲). این مطالعات در طول زمان ادامه داشـته و آخرین ارزیابی‌ها اخیراً در رومانی و قزاقسـتان انجام شـده اسـت (۱ و ۱۳). بر اساس نتایج غربالگری چندین ساله بر روی ژرم پلاسم محلی گردوی قدیمی در اسـتوریای (Austria) اسـپانیا که شـرایط آن برای ظهور بلایت بسیار مساعد است، ۲۵ رقم در دراز مدت همواره عاری از علائم بیمـاری مـانده بودند و لذا احتمالاً مقاوم بودند (۱۹). در ایران، اولین ارزیابی مقاومت گردو به بیماری بلایت باکتریایی بر روی برگ ژنوتیپ‌های بومی همدان انجام شـد (۴۱). سپس سیلسپور و همکاران (۳۸ و ۳۹) مقـاومـت برگ، میوه نـارس، میوه بـالغ و شـاخـه برخی ژنوتیپ‌های برتر ایرانی و ارقام تجاری فرانسوی و آمریکایی را بررسی و تنوع قابل ملاحظه‌ای مشـاهده کردند. موسوی و همکاران (۲۹) نیز با بررسـی مقاومت میوه نارس ژنوتیپ‌های بومی شـاهرود، چندین ژنوتیپ مقاوم و ژنوتیپ‌های به‌شـدت حسـاس را شـناسـایی کردند. اسکندری و همکاران نیز مقاومت چهار رقم گردو و پکان را در شرایط گلخانه‌ای بررسـی و پکان را حساس‌ترین ارزیابی کردند (۹). در ادامه مطالعات فوق، با توجه به لزوم تهیه شـناسـنامه از لحاظ خصـوصیات باغی و مقاومتی ارقام در دسـت معرفی، سـطوح مقاومت به بلایت بـاکتریایی در برگ و میوه نارس مجموعه‌ای از ژنوتیپ‌های امیدبخش داخلی در شرایط آزمایشگاه و گلخانه بررسی شد.

مواد و روش‌ها

مواد گیاهی

ارزیـابی مقاومت نسـبی به بلایت باکتریایی در اندام‌های برگ و میوه نارس در دو سـال تکرار (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) انجام شـد. مقاومت نسبی برگ در نه ژنوتیپ امیدبخش داخلی KZ3، 2-88، 1-88، G3، SHK2، C25، 1-H2، 7-H1، 1-H1 و رقم Shinova بررسـی شـد. مقـاومـت نسـبی میوه نـارس در ژنوتیـپ‌هـای فوق بـه علاوه

Vina،(RDM) Round de montignac، Lara، G4، G5، B10، K15، H1-8 و H2-12 بررسـی شـد. از میان ژنوتیپ‌های امیدبخش داخلی، چهـار ژنوتیـپ KZ3، 88-2، 88-1 و G3 تحـت نـام‌هـای به‌ترتیب چالدران، پرشین، کاسپین و الوند در سال ۱۳۹۸ معرفی شدند. ارقام Serr، Chandler و Hartley به‌عنوان شـاهد به‌کار برده شدند، رقم Serr از نظر برگ حسـاس و از نظر میوه حد وسـط است و ارقام Hartley و Chandler از نظر برگ مقاوم و میوه حساس تا حد وسط هسـتند (۳۹). مواد گیاهی در سـال ۱۳۹۳ در نهالسـتان پژوهشـکده میوه‌های معتدله و سـردسـیری کرج روی پایه بذری (گردوی ایرانی) پیوند شـدند و در خرداد ماه سـال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵، برای سـنجش مقاومت برگ، در شـرایط گلخانه مایه‌زنی شـدند. میوه‌های نارس ۴۵ روزه از درختـان مادری در کلکسـیون ارقام گردو واقع در ایسـتگاه تحقیقات باغبانی پژوهشـکده میوه‌های معتدله و سـردسـیری در کرج برداشت شد.

تهیه مایه تلقیح

برای تهیـه مـایـه تلقیح از چهار جدایه بومی باکتری *X. a.* pv. *juglandis* با منشـا کرج، قزوین، ارومیه و زنجان اسـتفاده شد (۳۸). این جـدایـه‌هـا در محیط مـایع غذایی (Nutrient broth) حاوی ۳۰ درصـد گلیسرول در۸۰- درجه سلسیوس در آزمایشگاه بیماری‌شناسی پژوهشـکده میوه‌های معتدله و سـردسـیری کرج نگهداری می‌شـوند. برای تهیه مایه تلقیح، ابتدا سـوسـپانسـیون آبی از کشـت سـه روزه جـدایـه‌هـا روی محیط آگار غذایی (Nuterient agar) تهیه و میزان جـذب نوری هر یـک در طول موج ۶۰۰ نانومتر، بر روی یک (معادل $۱۰^۸$ واحد سـازنده سلول در میلی‌لیتر) تنظیم شد. سپس حجم مساوی از سوسپانسیون‌ها با هم مخلوط و به‌عنوان مایه تلقیح به‌کار برده شد.

ارزیابی مقاومت برگ و میوه نارس

سطوح نسبی مقاومت برگ و میوه نارس در دو سال تکرار (۱۳۹۴ و ۱۳۹۵) بر اسـاس روش سـیلسـپور و همکاران (۳۸) ارزیابی شد. در کلیه آزمایشـات، آب مقطر سـترون به‌جای مایه تلقیح به‌عنوان شـاهد منفی به‌کار برده شد. ارزیابی مقاومت برگ در بهار و در شرایط گلخانه با دمای ۲۸ درجه سـلسـیوس و رطوبت نزدیک به اشـباع، بر روی نهال‌های پیوندی یک سـاله (۱۳۹۴) و دو سـاله (۱۳۹۵) انجام شـد. بدین منظور، ابتدا در هر نهال، سـه عدد از جوان‌ترین برگ‌ها (هر یک حاوی تعدادی برگچه) علامت‌گذاری شـدند. نهال‌ها به مدت دو روز زیر پوشش پلاستیکی قرار داده شده و رطوبت در حد اشباع با آب‌پاشی بسـتر تامین شـد. سپس به‌طور کامل با مایه تلقیح اسپری شده و سه روز در زیر پوشش پلاستیکی ابقا شدند و پس از آن، در فضای گلخانه نگهـداری و رطوبت مورد نیاز با دوبار آب‌پاشـی روزانه بسـتر تامین گردید. ۲۱ روز پس از مایه‌زنی، مسـاحت لکه‌ها در برگچه‌ها توسـط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و شدت بلایت بر اساس میانگین مساحت لکه‌های ایجاد شـده در برگچه‌های سه برگ علامت زده شده، تعریف شـد. مسـاحت‌گیری بر مبنای طول و عرض در لکه‌های چهارگوش و میـانگین بزرگ‌ترین و کوچـک‌ترین قطر در لکه‌های گرد/بی‌شـکل انجام شـد. آزمایش در قالب طرح کاملاً تصـادفی با توزیع نامتقارن در سـه الی پنج تکرار (نهال) انجام شـد. ارزیابی مقاومت میوه نارس ۴۵ روزه در شرایط آزمایشگاهی انجام شد. بدین منظور، به سه نقطه از هر میوه، ۰/۵ میلی‌لیتر مایه تلقیح به زیر پوست تزریق شد. سپس میوه‌ها درون ظروف شفاف چیده شده و رطوبت مورد نیاز با اسپری روزانه آب بر سـطح داخلی درب ظروف تامین شـد. پس از دو هفته نگهداری در شرایط آزمایشگاه، قطر نکروز توسط کولیس دیجیتال اندازه‌گیری و بر آن اساس شدت بلایت میوه نارس تعریف شد. آزمایش بر اساس طرح کاملاً تصـادفی با توزیع نامتقارن در ۱۵ تکرار (میوه نارس) انجام شد. تجزیه و تحلیل آماری و مقایسـه میانگین داده‌ها به روش آزمون چند دامنه‌ای دانکن و با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.1 انجام شد.

نتایج و بحث

علائم بیماری در گیاهان مایه‌زنی شده

مشـاهدات دو سـاله بر روی علائم بلایت نشان داد که طی هفته اول پس از مـایه‌زنی، لکه‌های زاویه‌ای محاط با هاله زردرنگ در برگ ایجاد شده و به‌تدریج بدشکلی‌هایی در برگ مشاهده گردید (شکل ۱). در میوه نارس نیز لکه‌های سـیاه فرورفته در پوست سبز میوه که گاهاً تا مغز میوه گسترش یافته بود، ایجاد شد. چنین علائمی در نمونه‌های شاهد که با آب مقطر استریل مایه‌زنی شده بودند، مشاهده نشد (شکل ۲).

سطوح نسبی مقاومت برگ

مقایسه میانگین داده‌ها نشان داد که در هر دو سال ارزیابی، شدت بلایت برگ در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف متفاوت بود (جدول ۱). در سال اول، 88-2 حساس‌ترین و H1-1 مقاوم‌ترین و در سال دوم، 88-2 و G3 حسـاس‌ترین و Hartley مقـاوم‌ترین بودند (جدول ۲). بر اساس نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو ساله، ژنوتیپ‌های G3 و 88-2 حسـاس‌ترین و رقم Hartley مقاوم‌ترین برگ را داشـتند (جداول ۲ و ۳). میانگین شدت بلایت برگ در سال‌های اول و دوم به‌ترتیب معادل ۱۱۰/۶۸ میلی‌متر مربع و ۹۶/۰۹ میلی‌متر مربع بود و تفاوت معنی‌داری نداشـت. تنوع در سطوح مقاومت برگ ارقام گردو به بلایت باکتریایی توسط تحقیقات متعددی تائید شده است (۳۶، ۳۷، ۲۹، ۷، ۴۶، ۴۵، ۴۱ و ۱).



شکل ۱- نشانه‌های بلایت باکتریایی در برگ‌های مایه‌زنی شده گردو: لکه برگی محاط با هاله زردرنگ (راست)، بدشکلی برگ (وسط) و واژگونی برگ (چپ) طی ۲۱ روز پس از مایه‌زنی

Figure 1- Bacterial blight signs in inoculated walnut leaves: leaf spots surrounded with yellow hallo (right), leaf malformation (middle) and leaf collapse (left), during 21 days after inoculation



شکل ۲- نشانه‌های بلایت باکتریایی در میوه‌های نارس در مقایسه با شاهد منفی (ردیف دوم، چپ) دو هفته پس از مایه‌زنی

Figure 2- Bacterial blight signs in unripe fruits in comparison with negative control fruit (second row, left) two weeks after inoculation

تیز و همکاران (۴۵) ارقام محلی رومانی را مقاوم و زانی و همکاران (۴۲) ارقام محلی مجارستان را حساس تا متوسط ارزیابی کردند و برخی (۴۸ و ۱۱) هیچ رقمی را مقاوم نیافتند. مقاومت برگ در رقم شاهد Serr به‌طور نسبی پائین و در Hartley و Chandler بالا بود که مشابه برخی دیگر گزارشات است (۷، ۸، ۴۴ و ۳۸)، با این وجود، گاهی تفاوت‌هایی نیز دیده می‌شود چنانچه برگ رقم Hartley در اسلونی نسبتاً حساس براورد شد (۴۰).

با توجه به تعدد عوامل موثر بر شدت بلایت باکتریایی، تشخیص مقاومت ژنتیک ارقام گردو فرایندی پیچیده خواهد بود. بررسی تاریخچه ارزیابی‌های مقاومت گردو نیز مبین وجود این پیچیدگی

اســـت. این ارزیابی‌ها که ابتدا تنها بر پایه آلودگی طبیعی در شـــرایط باغی بودند، به‌تدریج به‌سمت شرایط کنترل شده سوق پیدا کردند تا بتوانند تاثیر عواملی به‌جز ژنتیک، در بروز مقاومت را بکاهند و لذا امروزه ترکیبی از شـــرایط مختلف برای ارزیابی مقاومت به‌کار برده می‌شود (۴۳، ۱۲، ۳۴ و ۴۷). به‌عنوان مثال، گزارش شده که مایه‌زنی مصنوعی برگ و نهال با غربالگری طبیعی باغی توام شود (۳۴). ژانگ و همکاران (۱۶)، ۱۸ رقم گردوی چین را با ســـه روش مایـه‌زنی مصـــنوعی بـا اســـپری نهال، مایه‌زنی برگ بریده و غربالگری باغی مقایسه کرده و نتایج هر سه روش بیانگر مقاومت بالای ۵ رقم بود. بر اســـاس یافته‌های محققین فوق، روش‌های مایه‌زنی مصـــنوعی برای اطمینان از نتایج غربالگری‌های باغی مورد نیاز هســـتند. در اســـتریای اسپانیا، از ۲۵ رقم که سال‌ها در شرایط طبیعی باغ بی‌نشانه بودند، هیچیک به مایه‌زنی مصـنوعی در گلخانه مقاومت کامل نشــان ندادند (۱۹). مترویـک و همکاران (۲۶) معتقدند که مطمئن‌ترین روش برای شناسایی ارقام مقاوم، غربالگری باغات قدیمی گردوی واقع در مناطق مستعد بلایت (دارای شـرایط اب و هوایی گرم، مرطوب و پربارش در مرحله شکوفه مانند شرایط استریای اسپانیا) می‌باشد.

سطوح نسبی مقاومت میوه نارس

در میوه نارس، میانگین قطر نکروز در ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در هر دو ســال ارزیابی متفاوت بود (جدول ۴). در ســـال اول، ژنوتیپ H2-12 حســـاس‌ترین و Vina، SHK2، Chandler، H1-7، 88-1، Hartley و RDM مقاوم‌ترین بودند. در سال دوم، ژنوتیپ‌های H1-1 و K15 به‌ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین بودند (جدول ۵).

جدول ۱- آنالیز واریانس شدت بلایت برگ در سال‌های اول و دوم ارزیابی

Table 1- Analysis of variance of leaf blight severity in the first and second years of evaluation

منابع تغییرات / Source of variance	درجه آزادی D.f. سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)	میانگین مربعات Mean squares سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)
رقم/ژنوتیپ Cul/genotype	10	8	95570.18**	400.54*
خطا Error	37	17	196.00	121.91
کل Total	47	25		
%CV			28.14	22.31

*وجود تفاوت معنی‌دار ($P≤0.05$)، **وجود تفاوت معنی‌دار ($P≤0.01$)

*Significant difference ($P≤0.05$), **Significant difference ($P≤0.01$)

جدول ۲- میانگین شدت بلایت برگ در برگچه‌های ارقام و ژنوتیپ‌های گردو در سال‌های اول و دوم و میانگین دو ساله

Table 2- Mean leaf blight severity in leaflets of different walnut cultivars and genotypes in the first and second years and the combined analysis

رقم/ژنوتیپ Cul/genotype	میانگین شدت بلایت برگ Mean leaf blight severity (mm^2) سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)	میانگین دوساله Average
88-2 (Persian)	203.87a	136.00a	133.05a
Serr	137.47b	45.00cd	91.23bc
G3 (Alvand)	124.67b	136.00a	130.33a
KZ3 (Chaldoran)	124.20b	112.5bc	105.06b
H1-7	122.80b	−	-
88-1 (Caspian)	95.13bc	89.50c	103.77b
H2-1	66.78cd	−	-
C25	56.17cd	124a	90.08bc
Chandler	49.87d	−	-
Hartley	34.63de	21.67e	27.40d
H1-1	30.89e	−	-
SHK2	-	126ab	−
Shinova	-	36.33de	−

اعدادی با حروف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند ($P≤0.05$).

Means with different letters are significantly different ($P≤0.01$).

جدول ۳- تجزیه مرکب شدت بلایت برگ در برگچه‌های گردو

Table 3- Combined analysis of leaf blight severity in awlnut leaflets

منابع تغییرات Source of variance	میانگین مربعات Mean squares	درجه ازادی D.f.
Year سال	102.36[ns]	1
Year*rep خطای سال	73543.76[ns]	7
Cul/genotype رقم/ژنوتیپ	5558.30*	6
Cul*year رقم در سال	10340.79[ns]	6
Error خطا	1902.68	30
Total کل		50
%CV		27.78

*وجود تفاوت معنی‌دار (P≤0.05)، [ns]عدم وجود تفاوت معنی‌دار

*Significant difference (P≤0.05), [ns]: no significant difference

بر اساس نتایج تجزیه مرکب داده‌های دو ساله، ژنوتیپ‌های H1-1 و SHK2 به‌ترتیب حساس‌ترین و مقاوم‌ترین بودند (جدول ۶). میانگین شدت بلایت میوه نارس در سال‌های اول و دوم به‌ترتیب ۴/۶۹ میلی‌متر و ۳/۹۷ میلی‌متر بوده و اختلاف معنی‌داری نداشت. تفاوت در سطوح مقاومت میوه نارس ارقام و ژنوتیپ‌های مختلف در برخی منابع خارجی (۸، ۴۶، ۳۹، ۴۵، ۱ و ۳۰) و داخلی (۲۶ و ۳۷) نیز آمده است. باندی و همکاران (۶) مقاومت میوه نارس ۲۱ ژنوتیپ برتر رومانی و مجارستان را بررسی کرده و هیچیک را کاملاً مقاوم نیافتند در حالی‌که ۴۸ رقم و هیبرید یونان و ۱۵ رقم محلی ترکیه در گروه‌های مختلف مقاومتی رده‌بندی شدند (۴۶ و ۳۲). بین ارقام و ژنوتیپ‌های بررسی شده، مقاومت میوه نارس ارقام شاهد Chandler و Hartley حدوسط ارزیابی شد. میوه نارس رقم Chandler توسط سیلسپور و همکاران (۳۸ و ۳۹) و سایرین (۲) حساس گزارش شده است. میوه نارس رقم Hartley توسط لوورا و همکاران (۲۰)، Hartley را حساس تشخیص داده شد، هر چند۹۰ درصد میوه‌های آلوده در نهایت مغز سالمی داشتند. در بررسی مقاومت میوه نارس در یونان، ۴۸ رقم و هیبرید در چهار گروه از مقاوم تا بسیار حساس رده‌بندی شدند، رقم Hartley مقاوم، ارقام Chandler، Vina، Payne و Ferner نیمه مقاوم و Serr نیمه حساس بود (۴۶). مقاومت میوه نارس رقم Serr در این آزمایش و گزارش سیلسپور و همکاران (۳۸) حدوسط بوده است.

همبستگی صفات

بررسی همبستگی صفات نشان داد که بین شدت بلایت برگ و میوه نارس همبستگی معکوس ضعیفی وجود داشت (R^2=-0.46, P=0.076). وجود ارتباط معکوس مشابهی قبلاً نیز توسط سیلسپور و همکاران (۳۸) گزارش شده و نشان می‌دهد که نمی‌توان بر اساس میزان مقاومت برگ، مقاومت میوه نارس را پیش‌بینی کرد و برعکس. مقاومت برگ یکی از شاخص‌های مهم در به‌گزینی رقم به‌خصوص در بهارهای مرطوب، پرباران و گرم بوده و اولویت اصلی در انتخاب ارقام مقاوم در شرایط اب و هوایی اروپا و ایالات متحده است (۱۸ و ۲۵). مقاومت میوه نارس نیز از اهمیت بالایی برخوردار است و خسارت اصلی ناشی از بلایت میوه است که عمدتاً در زمان نارسی میوه ایجاد می‌شود. رادیکس و همکاران (۳۳) با بررسی آلودگی طبیعی باغات گردوی فرانسه مشاهده کردند که شدت خسارت عمدتاً با مرتبط درصد میوه‌های آلوده نارس است. آنها در میوه نارس، ارتباطی بین جمعیت باکتری عامل و شدت نکروز مشاهده نکردند چون باکتری سریعاً خود را به بالاترین سطح جمعیتی رسانده و موجب نکروز و ریزش میوه نارس می‌شود. در شرایط خشک‌تر مانند ایران که دوره‌های بارندگی و رطوبت بهاره پائین است، آلودگی برگ اهمیت اقتصادی کم‌تری دارد و خسارت اصلی ناشی از بلایت میوه است و لذا سطوح مقاومت میوه نارس از اولویت برخوردار است.

ژنوتیپ‌های امیدبخش بررسی شده در این تحقیق از مناطق مختلف کشور جمع‌آوری شده بودند که برای وارد شدن به فرایند معرفی، باید مورد ارزیابی‌های متعدد از جمله مقاومت به بیماری‌های بلایت باکتریایی، آنتراکنوز و شانکر پوستی سطحی قرار می‌گرفتند. از این میان، چهار ژنوتیپ KZ3، 2-88، 1-88 و G3 تحت نام‌های به‌ترتیب چالدران، پرشین، کاسپین و الوند در سال ۱۳۹۸ معرفی شدند. الوند رقمی پاکوتاه، پر بار با عادت باردهی جانبی و زودرس، پرشیا و کاسپین دیربرگ با عادت باردهی جانبی و کیفیت بالای مغز و چالدران پربار با عادت باردهی جانبی و زودرس است. از نظر مقاومت به بلایت، نتایج این تحقیق نشان داد که ارقام پرشین، کاسپین، الوند و چالدران از نظر مقاومت نسبی برگ به‌ترتیب حساس، نسبتاً مقاوم، حساس و نسبتاً حساس و از نظر میوه نارس به‌ترتیب مقاوم، مقاوم، نسبتاً مقاوم و حساس بودند. این رده‌بندی نتیجه مایه‌زنی مصنوعی در شرایط گلخانه‌ای و آزمایشگاهی است و نتیجه‌گیری قطعی منوط به مشاهدات تکمیلی با غربالگری شدت آلودگی طبیعی در شرایط مساعد باغی خواهد بود.

جدول ۴- آنالیز واریانس شدت بلایت میوه نارس در سال‌های اول و دوم ارزیابی

Table 4- Analysis of variance of blight severity in unripe fruit in the first and second years of evaluation

منابع تغییرات Source of variance	درجه آزادی D.f.		میانگین مربعات Mean squares	
	سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)	سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)
رقم/ژنوتیپ Cul/genotype	15	18	12.08**	53.96**
خطا Error	66	416	1.29	2.81
کل Total	81	434		
%CV			29.85	22.76

**وجود تفاوت معنی‌دار ($P≤0.01$)، **Significant difference ($P≤0.01$)

جدول ۵- میانگین شدت بلایت در میوه نارس ارقام و ژنوتیپ‌های گردو در سال‌های اول، دوم و تجزیه مرکب

Table 5- Mean blight severity in unripe fruits of walnut cultivars and genotypes in the first and second years of evaluation and combined analysis

ژنوتیپ Genotype	شدت بلایت Blight severity (mm) سال اول (۱۳۹۴) Year 1 (2015)	سال دوم (۱۳۹۵) Year 2 (2016)	میانگین دو ساله Average
H2-12	10.03a	–	-
H1-1	8.49ab	7.29a	7.99a
G3 (Alvand)	6.14b	7.14a	6.67ab
B10	6.12b	5.98ab	6.18ab
KZ3 (Chaldoran)	5.78bc	4.07cdef	4.34c
K15	5.49bc	2.04f	2.83d
C25	5.23cd	4.25cd	4.97c
88-2 (Persian)	3.68de	2.85ef	2.87d
Lara	3.36e	2.58ef	3.31cd
RDM	3.28e	2.44ef	2.69c
Hartley	3.16e	4.12cde	3.65c
88-1 (Caspian)	3.14e	2.55ef	2.68d
H1-7	3.07e	–	-
Chandler	3.06e	3.57def	3.46c
SHK2	2.63e	2.56ef	2.36d
Vina	2.52e	–	-
Serr	-	4.76bc	-
H1-8	-	4.17cde	-
H2-1	-	3.15def	-

اعدادی با حرف متفاوت اختلاف معنی‌دار دارند ($P≤0.01$)

Data with different letters are significantly different ($P≤0.01$)

جدول ۶- تجزیه مرکب شدت بلایت میوه نارس

Table 6- Combined analysis of blight severity in unripe fruit

منابع تغییرات Source of variance	درجه ازادی D.f.	میانگین مربعات Mean squares
سال Year	1	1.47^{ns}
خطای سال Year*rep	42	3.15^{ns}
رقم/ژنوتیپ Cul/genotype	12	79.82*
رقم در سال Cul*year	11	14.31*
خطا Error	361	2.34
کل Total	427	
%CV	30.86	

*وجود تفاوت معنی‌دار ($P≤0.05$)، ^{ns}عدم وجود تفاوت معنی‌دار

*Significant difference ($P≤0.05$), ^{ns}no significant difference

منابع

1- Akça Y., Yuldaşulu Y.B., Murad E., and Vahdati K. 2020. Exploring of Walnut Genetic Resources in Kazakhstan and Evaluation of Promising Selections. International Journal of Horticultural Science and Technology 7: 93-102.

2- Aleta N., Ninot A., Moragrega C., Liorente I., and Montesinos E. 2001. Blight sensitivity of Spanish selections of *Juglans regia*. Acta Horticulturae 544: 353-362.

3- Amani B. 1987. Walnut rot. Iranian Journal of Plant Pathology 13: 14-23. (In Persian with English abstract).

4- Anonymous. 2018. FAO Statistics, FAOSTAT.

5- Ashrafi G., Keshavarzi M., and Hasanzadeh N. 2010. Identification of agent and distribution of walnut bacterial blight in Ilam province. Proceedings of the 19th Iranian Plant Protection Congress, Tehran, p. 404. (In Persian with English abstract)

6- Bandi A., Heves M., Szani Z., and Toth M. 2010. Assessment of bacterial blight tolerance of Persian walnut based on immature fruit test. Available in: www.notulaebiologicae.ro

7- Belisario A., Are M., Palangio C.S., and Zonia A. 1997. Walnut blight in the genus *Juglans*. Acta Horticulturae 442: 357-359.

8- Belisario A., Zoina A., Pezza L., and Luongo L. 1999. Susceptibility of species of *Juglans* to pathovars of *Xanthomonas campestris*. European Journal of Plant Pathology 29: 75-80.

9- Eskandari S., Khakvar R., and Torchi M. 2018. Detection of bacterial blight of walnut in northweat of Iran and investigation of its pathogenicity on different native walnut cultivars. Biochemistry and Cell Archives 18: 1785-1788.

10- Frutos D., Ruiz L., and López G. 2010. Finding sources of Persian walnut (*Juglans regia*) resistant to *X. arboricola* pv. *juglandis*. Available in: http://www.cost873.ch/_uploads/_files/DFrutos_Walnut Germplasm Resources.pdf.

11- Germain E. 1997. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). Acta Horticulturae 442: 21-31**.**

12- Gibson M.P. 1967. The mandarin walnut. Annual Report of North Nut Growers Association 58: 105-109.

13- Giura S., Valeriu G.M., and Mitrea R. 2016. Reaction of walnut native genotypes to key attack of *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis* under climatic condition of Valcea area. Annals of the University of Craiova-Agriculture, Montanology, Cadastre Series: XLVI: 131.

14- Golmohammadi M., Alizade A., and Rahimian H. 2002. Homogeneity of walnut blight isolates from central and north provinces of Iran. Iranian Journal of Plant Pathology 38: 11-20. (In Persian with English abstract)

15- Jiang S., Han S., Cao G., Zhang F., and Wan X. 2019b. Evaluating walnut for resistance to walnut blight and comparisons between artificial assays and filed studies. Australian Plant Pathology 48: 221-231.

16- Jiang S., Han S., He D., Cao G., Xiao K., Yi J., and Wan X. 2019a. The accumulation of phenolic compounds and increased activities of related enzymes contribute to early defence against walnut blight. Physiological and Molecular Plant Pathology 108: 101433.

17- Keshavarzi M. 2008. Fungal and bacterial diseases of walnut trees in Tehran, Zanjan, Kordesta, West Azarbijan and Damghan provinces. Proceedings of the First National Walnut Symposium, Hamedan, p. 49. (In Persian with English abstract)

18- Lang MD., Hills JL., and Evans KE. 2006. Preliminary studies toward managing walnut blight in Tasmania. Acta Horticulturae 705: 451-456.

19- López MM., Frutos D., Moragrega C., Arrieta A., Cambronero D., Carrillo A., López G., Lacasa C., and Frutos C. 2007. Evaluation of selections of native walnuts from Asturias for susceptibility to *X. a.* pv. *juglandis* in controlled environment. Available in: http://www.cost873.ch/_uploads/_files/m_lopezXaj_Murcia.pdf

20- Lovera M., Arquero O., Serrano N., and Trapero A. 2008. Walnut blight (*Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*): Factors that influence the disease. Available in: http://www.cost873.ch/_uploads/_files/m_Athens_Abstracts_FinalBook.pdf

21- Mahsul F., Rahimian H., Magidee E., and Gafaree H. 1989. Investigation on walnut bacterial blight in Mazandaran province. Proceedings of 9th Iranian Plant Protection Congress, Karaj, p. 148. (In Persian with English abstract)

22- Marias P., Donatella C., and Cennaro C. 1997. Susceptibility of walnut varieties to *Gnomonia leptostyla* and *Xanthomonas campestris* pv. *juglandi*s. Acta Horticulturae 442: 379-382.

23- McNeil D.L., Romero S., Kandula J., Stark C., Stewart A., and Larsen S. 2001. Bacteriophages, a potential biocontrol agent against walnut blight. New Zealand Plant Protection 54: 220-224.

24- Melotto M., Underwood W., and He S.Y. 2008. Role of stomata in plant innate immunity and foliar bacterial diseases. Annual Review of Phytopathology 46: 101-122.

25- Miller P.W., and Bollen W.B. 1946. Walnut Bacteriosis and Its Control. US Dapartment of Agriculture and Plant Industry, Soils and Agricultural Engineering, Oregon.

26- Mitrovic M., Miletic R., Lukic M., Rakicevic M., and Blagojevic M. 2009. Pomological /phenological properties of walnut selections. Acta Horticulturae 825: 187-190.

27- Mohammadipur M. 2004. Walnut bacterial blight in East-Azarbijan province. Proceedings of the 16th Iranian Plant Protection Congress, Tabriz, p. 386. (In Persian with English abstract)

28- Murlean E.N., and Chorth M.N. 1977. Understanding the disease cycle of walnut blight. Diamond Walnut News, Oct, Pp. 12-14.
29- Musavi F., Keshavarzi M., Haghjouyan R., and Sobhani A. 2015. Repeatability of laboratory and inoculation on accessing susceptibility of walnut unripe fruits to bacterial blight and relationship between resistance and total phenols. Seed and Plant Improvement Journal 31: 581-594. (In Persian with English abstract)
30- Najafi S.H., Aminian H., Marefat A., Etebarian H.R., and Gafaree H. 2008. A survey on bacterial and fungal diseases in Zanjan province. Proceedings of 18th Iranian Plant Protection Congress, Hamedan, p. 41. (In Persian with English abstract)
31- Ninot A., Aleta N., Moragrega C., and Montesinos E. 2002. Evaluation of a reduced copper spraying program to control bacterial blight of walnut. Plant Disease 86: 583-587.
32- Özaktan H., Erdal M., Akkopru A., Aslan E. 2008. Evaluation of susceptibility of some walnut cultivars to *X. arboricola* pv. *juglandis* by immature nut test. Available in: http://www.cost873.ch /_uploads /_files/Ozaktan_WalnutSusceptibility.pdf
33- Radix P., Siegel-Murandi F., and Charlot G. 1994. Walnut blight: development of fruit infection in two orchards. Crop Protection 13: 629-631.
34- Ramsey H.J. 1908. The possibilities of walnut blight control by the use of immune varieties. Pacific Rural Press 75: 212-213.
35- Rico A., and Preston G. 2011. The metabolic interface between *Pseudomonas syringae* and plant cells. Current Opinion in Microbiology 14: 31-38.
36- Rudolph B.A. 1933. Bacteriosis of English walnut in California and its control. California Agricultural Experiment Station Bulletin 564: 3-88.
37- Shijiao Jiang S., Han S., He D., Cao G. and Wan X. 2019. Evaluating walnut (*Juglans* spp.) for resistance to walnut blight and comparisons between artificial inoculation assays and field studies. Australian Journal of Plant Pathology 48: 221-231.
38- Silsepur L., Keshavarzi M., Hassani D., and Hashemi M. 2010. Necessity of different walnut organs evaluation for selection of blight resistant cultivars. Iranian Journal of Plant Pathology 46: 325-329. (In Persian with English abstract)
39- Silsepur L., Keshavarzi M., Hassani D., and Hashemi M. 2012. Reaction of a number of walnut genotypes/cultivars to bacterial blight disease caused by *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. Seed and Plant Improvement Journal 28: 395-405. (In Persian with English abstract)
40- Solar A., Jakopic J., Veberic R., and Stampar F. 2007. Phenolic compounds as a potential marker of walnut resistance against *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. Available in: http:// www.cost873.ch/_up_loads/_files/ m_Solar_murcia.pdf
41- Soltani G., and Aliabadi A. 1992. Genetic diversity of walnuts in response to bacterial blight. Proceedings of 15th Iranian Plant Protection Congress, Kermanshah, p. 243. (In Persian with English abstract)
42- Szani Z. 2009. Biotic and abiotic stress factors influence on walnut varieties bred in Central Europe. Cereal Research Communications Supplement 37: 329-332.
43- Tamponi G., and Donati G. 1990. Walnut cultivars susceptibility to *Xanthomonas juglandis*. Acta Horticulturae 284: 301-302.
44- Teviotdale B.L., Schroth M.N., and Mulrean E.M. 1985. Bark, fruit and foliage diseases. In: Walnut Orchard Management. Ramos D.E. Ed., The Regents of The University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, Publication 21410, pp. 153-157.
45- Thiesz R., Bandi A., Tóth M and, Balog A. 2007. Epidemiological survey of *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* and *Gnomonia leptostyla* on natural population of walnut (*Juglans regia*) in Eastern Transylvania. International Journal of Horticultural Science 13: 7-11.
46- Tsiantos J., Vagelas I.K., Rumbos C.I., Chatzaki A., Rouskas D., and Gravanis F.T. 2008. Evaluation of resistance of cultivated walnut varieties and selections to *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis* in Greece. Available in: http://www.cost873. ch/_uploads/_files/Tsiantos_Walnut ResistanceInGreek_Varieties.pdf
47- Vagelas I.K., Rumbos C.I., and Tsiantos J. 2012. Variation in disease development among Persian walnut cultivars, selections and crosses when inoculated with *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. Plant Pathology 94: 57-61.
48- Woeste K.E., McGranahanan G.H., and Schroth M.N. 1992. Variation in Persian walnuts in response to inoculation with *Xanthomonas campestris* pv. *juglandis.* Journal of American Society for Horticultural Sciences 117: 527-531.
49- Yang H., Han S., Jiang S., Cao G., Wan X., Chen L., Xiao J., and Zhu P. 2021. Resistance evaluation of walnut against *Xanthomonas arboricola* and the correlation between leaf structure and resistance. Forest Pathology online: 1-12.

Journal of Plant Protection
Vol. 35, No. 2, Summer 2021, P. 185-195

نشریه حفاظت گیاهان (علوم و صنایع کشاورزی)
جلد ۳۵، شماره ۲، تابستان ۱۴۰۰، ص. ۱۹۵-۱۸۵

Relative Resistance Level to Bacterial Blight in a Number of Walnut Cultivars and Selected Genotypes

R. Mohammadi[1]- M. Keshavarzi[2*]- N. Hassanzadeh[3]- D. Hassani[4]- A. Farhadnejad[5]
Received: 06-03-2021
Accepted: 25-05-2021

Introduction: The major disease of Persian walnut is walnut blight caused by the bacterium *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*. This disease limits walnut production in many regions of the world in particular those with warm and humid springs. All succulent tissues including recent shoots, fruits and catkins may be attacked but their sensitivity decreases over time. Symptoms on leaves begin as small, water-soaked spot that can expand to form angular necrotic lesions surrounded by a yellow hallo. Infection on the hull of the unripe fruits is initiates as a dark spot, which rapidly creates dark sunken lesions. If fruit infection occurs before shell hardening, the kernels are usually destroyed, infection after shell hardening results in dark kernels and poor-quality nuts, while the kernel is until consumable. The main current strategy for walnut blight control is to protect succulent tissues by copper-based sprays from bud-burst. However, multiple copper sprays do not always control the disease and there is the risk of development of copper resistant bacterial strains. Cultivation of resistant cultivars is the most practical, environmental friendly and economical approach for controlling of this disease. So far, there have not been any cultivar completely resistant or immune to this disease. However, variation in susceptibility level has been shown to occur, worldwide. The objective of this study was to determine leaf and unripe fruit resistance of Iranian promising walnut genotypes in response to controlled inoculation with *X. arboricola* pv. *juglandis* in orchard and laboratory conditions.

Material and Methods: In this research, the relative resistance of leaf and unripe fruits to bacterial blight were studied in a number of *promising walnut* genotypes replicated during two years of 2015 and 2016. The local genotypes have been selected through massive surveys of native orchards in different provinces of the country. The main selective criterion for walnut selection was late leafing trait. In addition, correlation between leaf blight and unripe fruit blight severities were studied. The material included H1-7, H2-1, SHK2, Vina, Round de montignac (RDM), Lara, G4, G5, B10 and K15 genotypes and cultivars. From this material, KZ3, 88-2, 88-1 and G3 were registered and released in year 2019. Also, Serr, Chandler and Hartley cvs. were used as controls. A mixture of four local bacterial isolates originated from Qazvin, Karaj, Zanjan and Urmie was used as inoculum. The bacterial strains have already been characterized using different phenotypical and molecular tests. They were cultured on Nutrient Agar (NA) plates at 28 ℃. After 72 hours of cultivation, the colonies were suspended in distilled water; the concentration of the suspensions was read by spectrophotometer and after equalization, mixed and used as inoculum. Assessing leaf resistance was performed by spraying one year old grafted seedlings in glasshouse condition and lesion area was recorded 21 days after inoculation. Three leaves (contacting leaflets) of three seedlings were used per genotype. Assessing unripe fruit resistance was achieved by inoculating 45 days old fruits in laboratory condition and lesion diameter data was read 15 days after inoculation. 15 fruits per genotype were used and three lesions were created in each fruit. Statistical analysis of data was performed by Duncan Multiple test range using SAS software.

Result and Discussion: Based on the results, leaf and unripe fruit blight severities were different among different cultivars and genotypes in both years of evaluation. Combined analysis of blight severity data indicated that G3 (Alvand) and 88-2 (Persian) genotypes had the most leaf blight severity and thus, rated as the most susceptible, while Hartley cultivar had the least leaf blight severity and thus, as the most resistant. Based on combined analysis of data, H1-1 and SHK2 genotypes had the most blight diameters of unripe fruits and thus rated as the most susceptible and resistant genotypes, respectively. Leaves of newly released cultivars of Persian, Caspian, Alvand and Chaldoran were rated as susceptible, relatively resistant, susceptible and relatively susceptible, respectively. On the other hand, unripe fruits of Persian, Caspian, Alvand and Chaldoran were classified as resistant, resistant, relatively resistant and susceptible, respectively. Mean leaf blight severities were not different between the two years of study and also there was no difference between unripe fruit severities

1 and 3- Graduated of Plant Pathology and Professor, Plant Pathology Department, Agriculture and Food Sciences College, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran, respectively.
2 and 4- Associate Professors, Cold and Temperate Fruit Center, Horticultural Research Institute, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Karaj, Iran
(*- Corresponding Author Email: kmansureh@gmail.com)
5- Technology Office, Agricultural Research, Education and Extension Organization, Tehran, Iran
DOI: 10.22067/jpp.2021.68825.1012

between two years of the experiment. No significant correlation was found between leaf blight and unripe fruit blight severities.

Keywords: Cultivar, Susceptibility, Walnut, *Xanthomonas arboricola* pv. *juglandis*